International Science Journal of Engineering & Agriculture
2022; 1(3): 62-86
https://isg-journal.com/international-science-journal-of-engineering-agriculture/
doi: 10.46299/j.isjea.20220103.6
ISSN: 2720-6319

ПРІОРИТЕТИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Вікторія Худавердієва[1]
[1]кафедра туризму, Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-0100-5079
Електронна адреса: viki75807@gmail.com

Для цитування цієї статті:
Вікторія Худавердієва. Пріоритети інноваційного розвитку галузі сільського господарства. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 1, No. 3, 2022, pp. 62-86. doi:10.46299/j.isjea.20220103.6.
Надійшла до редакції: 15 липня 2022 р.; **Схвалено:** 22 липня 2022 р.;
Опубліковано: 01 серпня 2022 р.

Анотація: У статті розглядаються пріоритети інноваційного розвитку зернової галузі. Досліджено фактори зростання зернового виробництва у регіоні. Найважливішим видом продукції сільського господарства в Україні, що визначає рівень розвитку всієї аграрної сфери, є виробництво зерна. У цьому особливу значущість набувають дослідження питань відновлення, інноваційного, інвестиційного розвитку зернової галузі, підвищення її ефективності та забезпечення стійкості. Вирішення проблеми підвищення врожайності та валових зборів зернових культур має здійснюватися як за рахунок розширення посівних площ, так і паралельно із загальним підйомом матеріально-технічної бази сільськогосподарського виробництва, запровадження сучасних технологій вирощування, поліпшенням економічних умов господарювання. Підвищення врожайності зернових культур потребує практичної реалізації наукових рекомендацій щодо інтенсифікації виробництва. У зв'язку зі збільшенням обсягів застосування добрив та інших хімічних засобів великого значення набувають питання раціонального використання добрив, норм внесення, оптимального співвідношення поживних речовин та термінів внесення. Без належного наукового обґрунтування та обліку економічного порога віддачі на витрачені ресурси можуть виявлятися негативні наслідки. Однією з основних умов ефективності виробництва зерна є створення та впровадження нових сортів та гібридів, що дозволяють отримувати високі врожаї. Перед сільським господарством стоїть низка невідкладних проблем, вирішення яких дозволить сільськогосподарським товаровиробникам збільшити виробництво зерна, підвищити ефективність сільськогосподарських культур, що виробляються, і тим самим забезпечити інноваційний розвиток усього аграрного сектора. У статті розглянуто п'ять кращих сучасних інформаційних технологій у сільському господарстві, визнаних фермерами: ГІС

(Геоінформаційна система) технології у сільському господарстві та GPS сільське господарство, супутникові знімки, застосування дронів та інші аерофотознімки, інформаційні технології у сільському господарстві та об'єднання онлайн-даних. Розглянуто та обґрунтовано основну мету системи точного землеробства, визначено його переваги. Цей підхід забезпечує вимоги до сільськогосподарських культур та ґрунту для оптимальної продуктивності з одного боку, та збереження ресурсів, забезпечення екологічної стійкості та захисту з іншого. Цей метод регулярного ведення сільського господарства допомагає вирішити найважливіші проблеми землеробства: надмірне використання ресурсів, великі витрати та руйнівний вплив на довкілля.

Ключові слова: інноваційний розвиток, зернова галузь, інформаційні технології сільського господарства, врожайність, система точного землеробства.

1. Вступ

1.1 Стійка інтенсифікація рослинництва:

У світовій економічній літературі термін «інновація» інтерпретується як перетворення потенційного науково-технічного прогресу на реальний, що втілюється у нових продуктах та технологіях. Проблематика нововведень в нашій країні протягом багатьох років розроблялася у межах економічних досліджень НТП. Термін «інновація» почав активно використовуватися в перехідній економіці як самостійно, так і для позначення ряду споріднених понять: «інноваційна діяльність», «інноваційний процес», «інноваційний розвиток», тощо. Інноваційний розвиток зернової галузі передбачає перехід на ресурсозберігаючі технології, які дозволяють вирішувати питання як нарощування зерна, але й економії ресурсів, забезпечення продовольчої безпеки. У сучасних реаліях використання технологій та різних інновацій є невід'ємним атрибутом будь-якої сфери бізнесу та сільське господарство – не виняток. Але, як відомо, всі тренди змінюються, і шлях приходу технологій у сільське господарство дуже довгий та непростий [1,2].

Якщо тенденції зростання чисельності населення світу та споживання продовольства збережуться, то у 2050 році світові буде потрібно на 60 відсотків більше продовольства, ніж сьогодні. Оскільки площі орних земель обмежені, більша частина такого додаткового виробництва здійснюватиметься за рахунок сталої інтенсифікації сільського господарства. Стійка інтенсифікація розглядає ландшафти, території та екосистеми в цілому, для оптимізації використання ресурсів та управління ними. Фермери повинні виробляти більше на тих же земельних ділянках і використовувати менше вихідних ресурсів, одержуючи великі врожаї. Такий перехід як можливий, так і необхідний. ФАО сприяє у вирішенні питань щодо сприяння заходів політики з метою підвищення сільськогосподарської продуктивності, сталого захисту сільськогосподарських

культур, обмеження хімічних забруднень, управління біорізноманіттям та екосистемними послугами, а також зміцнення економічного становища населення. Організація відстоює стимули винагороди за впровадження покращених методик, скликає міжнародні та регіональні форуми та заохочує заходи політики, які сприяють агроекологічним інноваціям. ФАО веде роботу щодо впровадження ефективності використання ресурсів у національні заходи політики для підвищення продуктивності, продовольчої безпеки та харчування [3].

Підвищення ефективності можна досягти за допомогою заходів політики, які сприяють створенню взаємодоповнюючих зв'язків між ресурсами та вдосконаленню потоків поживних речовин у рамках комплексних сільськогосподарських систем; підвищення якості кормів та забезпечення збалансованого раціону; раціональному використанню енергетичних ресурсів у рамках всього виробничо-збутового ланцюжка; а також використання інформаційно-комунікаційних технологій для прискорення розповсюдження та впровадження інновацій. Заходи політики, спрямовані на ефективність використання ресурсів, вкрай важливі для 500 мільйонів дрібних сімейних фермерів у країнах, що розвиваються, оскільки вони сприяють більшій прибутковості сільськогосподарських систем; вони також актуальні на глобальному рівні, де завдання полягає в тому, щоб упоратися з дефіцитом ресурсів та впливом на навколишнє середовище [4].

1.2 Світовий зерновий ринок є одним із стратегічних інтересів держав (факти та цифри):

Світовий зерновий ринок є одним із стратегічних інтересів держав та найбільших національних та транснаціональних компаній. Тому завдання нарощування виробництва та споживання зерна, як і раніше, залишаються актуальними, а сучасні фактори забезпечення реалізації цих постулатів можна ствердно називати інноваційними.

У 2021 році залежність 36 із 55 країн, які опинилися в умовах продовольчої кризи, від експорту з України становила близько десяти відсотків їхнього загального обсягу імпорту пшениці, причому деякі країни імпортували пшеницю виключно з України. За даними Міністерства аграрної політики та продовольства, експорт зерна, як правило, становить шість мільйонів тонн на місяць, а у 2022 році в березні було експортовано всього 322 000 тонн, у квітні – 970 000 тонн, у травні – 1,2 млн. тонн, а у червні – більше одного млн. тонн. За даними Державної служби статистики України, станом на 1 січня 2022 року загальна потужність сховищ становила 75 млн. тонн. Враховуючи потужності в районах з активними бойовими діями, доступними можна вважати лише 60,9 млн. тонн ємностей для зберігання [5].

За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, станом на 2 червня 2022 року ярими культурами засіяно 14,2 млн. га, що на 19,4 відсотка менше показника минулого року. Приблизно 25 відсотків підприємств,

які займаються виробництвом продукції рослинництва, відсутні необхідні їм засоби захисту рослин. Домашні господарства та комерційні виробники не забезпечені достатньою кількістю палива, необхідною для роботи механічних транспортних засобів та здійснення сільськогосподарського виробництва. Відсутність палива може вплинути на врожай озимих культур у липні/серпні. Ціни на ресурси, що використовуються для виробництва сільськогосподарської продукції, стрімко зростають, ціни на насіння, засоби захисту рослин, добрива та паливо зросли в середньому на 40–45 відсотків. У майбутніх сезонах виробники можуть дійти висновку про невигідність збирання врожаю на корню [5].

Зернопродуктовий підкомплекс грає істотну роль у забезпеченні продовольчої незалежності України. Зерно - це базовий продукт агропромислового комплексу, тому рівень та ефективність його виробництва впливають на всі сільськогосподарські та промислові галузі АПК. Україна – найбільший світовий виробник зерна. Постійне нарощування обсягів виробництва сприяє збільшенню внутрішнього споживання, а також збереженню за нашою країною позиції найбільшого світового експортера зерна. Україна у 2021 році перебувала на шостому місці з експорту пшениці: вона постачала на світові ринки 20 мільйонів тонн пшениці, що було еквівалентно 10 відсоткам [6].

Зернопродуктовий підкомплекс відіграє істотну роль в забезпеченні продовольчої незалежності України. Зерно - це базовий продукт агропромислового комплексу, тому рівень та ефективність його виробництва впливають на всі сільськогосподарські та промислові галузі АПК. Україна – найбільший світовий виробник зерна. Постійне нарощування обсягів виробництва сприяє збільшенню внутрішнього споживання, а також збереженню за нашою країною позиції найбільшого світового експортера зерна. Україна у 2021 році перебувала на шостому місці з експорту пшениці: вона постачала на світові ринки 20 мільйонів тонн пшениці, що було еквівалентно 10% [6].

Заслуговує на увагу і помітна роль країни на світових ринках кукурудзи, ячменю та ріпаку, а насамперед – у секторі виробництва соняшникової олії, де завдяки великій виробничій базі їхня сукупна частка на світовому експортному ринку склала майже 63 відсотки [7]. Внаслідок спричинених війною перебоїв з експортом продовольства з України та Російської Федерації світові продовольчі ринки наражаються на підвищений ризик скорочення пропозиції, незадоволеного попиту на імпортну продукцію та підвищення світових цін на продовольство [8]. Урожайність зернових та зернобобових культур протягом останніх років (2000-2021 років) збільшилася на 29,7 ц з одного гектару і станом на 2019 рік становить 49,1 ц/га. Цукрових буряків з одиниці площі в 2019 році зібрали на 284,4 центнер більше ніж в 2010, та на 20, 4 ц/га менше ніж у 2016 році, коли врожайність була порівняно низька. Урожайність насіння соняшнику у 2019 році була найвищою і становила 25,6 ц/га, а в 2000 році – на 13,4 ц/га менше, що є не дуже суттєвою різницею [9] (таблиця 1).

Таблиця 1. Динаміка виробництва основних сільськогосподарських культур в Україні в динаміці за 2000-2021 рр. [за даними Державної служби статистики України].

Показники	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2019**	**2019 у % до 2000**	**2021**	**2021 у % до 2020**	**2021 у % до 2000**
Площі з якої зібрано урожай с/г культур, тис. га									
Культури зернові та зернобобові	12586,8	14605,2	14575,7	14640,9	15291,9	121,5	15948,4	104,4	126,7
Буряк цукровий фабричний	747,0	623,3	492,0	237,0	221,3	29,6	226,6	103,0	30,3
Соняшник	2841,6	3689,1	4525,8	5166,2	5958,9	209,7	6665,1	102,8	234,6
Картопля	1631,0	1515,9	1411,8	1291,0	1308,8	80,2	1283,2	96,8	78,7
Культури овочеві	518,6	464,4	467,8	447,1	452,4	87,2	460,8	99,1	88,9
Культури плодові та ягідні	378,0	265,5	223,2	206,0	195,5	51,7	190,5	99,4[4]	50,4
Урожайність основних с/г культур ц з 1 га зібраної площі									
Культури зернові та зернобобові	19,4	26,0	26,9	41,1	49,1	253,1	53,9	126,8	277,8
Буряк цукровий фабричний	176,7	248,2	279,5	435,8	461,1	261,0	479,1	115,1	271,1
Соняшник	12,2	12,8	15,0	21,6	25,6	209,8	24,6	121,8	201,6
Картопля	121,6	128,4	132,5	161,4	154,8	127,3	166,4	105,9	136,8
Культури овочеві	112,3	157,1	173,6	206,1	214,0	190,6	215,4	103,9	191,8
Культури плодові та ягідні	38,4	63,7	78,2	104,5	108,1	281,5	117,3	111,1	305,5
Виробництво основних с/г культур, тис. т									
Культури зернові та зернобобові	24459,0	38015,5	39270,9	60125,8	75143,2	307,2	86010,4	132,5	351,7
Буряк цукровий фабричний	13198,8	15467,8	13749,2	10330,8	10204,5	77,3	10853,9	118,6	82,2
Соняшник	3457,4	4706,1	6771,5	11181,1	15254,1	441,2	16392,4	125,0	474,1
Картопля	19838,1	19462,4	18704,8	20839,3	20269,2	102,2	21356,2	102,5	107,7
Культури овочеві	5821,3	7295,0	8122,4	9214,0	9687,6	166,4	9935,2	102,9	170,7
Культури плодові та ягідні	1452,6	1689,9	1746,5	2152,8	2118,9	145,9	2235,1	110,4	153,9

Урожайність усіх видів сільськогосподарських культур у 2019 році без винятку була значно вищою, ніж у 2000 р. Станом на 2019 рік урожайність картоплі становила 154,8 ц/га, що на 33,2 ц/га більше, ніж у 2000 р. урожайність овочевих культур збільшилася відповідно на 101,7 ц/га. Урожайність плодових і ягідних культур у 2019 р. була 108,1 ц/га, що на 69,7 ц/га більше, ніж у 2000 р. Аналогічна ситуація простежується за даними статистичних органів станом на 1 грудня 2021 року (таблиця 2).

Виходячи з прогнозів ФАО на поточний сезон 2021-2022 років (липень-червень), опублікованих до початку військових дій, та зареєстрованих темпів експорту, очікувалося, що у період з березня по червень 2022 року Україна поставить на світові ринки близько 6 млн. тонн пшениці. Проте закриття портів в Україні та очікувані труднощі зі збутом у Російській Федерації через економічні санкції змушують засумніватися в тому, що ці обсяги експорту будуть досягнуті насправді. На початку березня Україна також оголосила про запровадження ліцензійних вимог для експорту різних товарів, включаючи пшеницю та кукурудзу, хоча, як можна припустити, ефект від цього заходу буде знижений за рахунок впливу інших факторів, що обмежують експорт, таких як закриття портів. Наслідком раптового та різкого скорочення постачання з України та Російської Федерації може стати зростання експорту з інших країн, таких як країни Європейського союзу та Індія, але інші експортери, як очікується, навряд чи зможуть повністю компенсувати зниження експорту із цих двох країн. У Канаді та Сполучених Штатах Америки запаси пшениці невисокі ще після зниження врожаю у сезоні 2021–2022 років [8, 10].

Таблиця 2. Збір урожаю сільськогосподарських культур на підприємствах України станом на 01 грудня 2021 року [за даними Державної служби статистики України].

Показники	**Площа зібрана, тис. га**		**Обсяг виробництва, тис. ц**		**Урожайність, ц з 1 га зібраної площі**	
	2021	**2021 у % до 2020**	**2021**	**2021 у % до 2020**	**2021**	**2021 у % до 2020**
Культури зернові та зернобобові	15380,3	104,2	845703,6	133,5	55,0	128,2
культури зернобобові	310,5	100,0	7016,9	113,1	22,6	113,0
Соя	1271,5	96,3	34093,4	123,5	26,8	128,2
Соняшник	6523,9	102,2	164398,4	125,1	25,2	122,3
Буряк цукровий фабричний	212,6	105,4	98346,2	119,1	462,6	113,0
Картопля	1280,4	96,6	212995,1	102,1	166,3	105,7
Культури овочеві	х	х	98858,8	102,7	х	х
Культури плодові та ягідні	х	х	20640,7	106,2	х	х
культури плодові	х	х	19282,4	106,1	х	х
культури ягідні	х	х	1358,3	108,6	х	х
Виноград	х	х	2353,4	87,4	х	х

У Концепції розвитку ринку зерна на середньострокову перспективу позначені цільові індикатори розвитку виробництва, що передбачають розширення посівних площ під зерновими культурами, підвищення врожайності та середньорічних валових зборів зерна, а також базові умови їх досягнення. Виробництво зерна слід збільшувати як за рахунок мобілізації екстенсивних, так і інтенсивних факторів, одночасно задіявши природні, інноваційні та інвестиційні фактори розвитку зернового господарства. Всі їх можна розділити на дві великі групи: природні та економічні. Природні фактори включають стан і якість ґрунтів, метеорологічні та кліматичні умови проростання культур. Економічні умови створюються людьми у процесі їх господарської діяльності у межах певних територій - підприємств, господарств, сівозмін, полів тощо [11]. Економічні умови в найбільш загальному вигляді характеризуються рівнем розвитку виробничих сил суспільства, що дозволяє якоюсь мірою компенсувати низьку якість ґрунтів, несприятливі метеорологічні та кліматичні умови та досягати високої врожайності.

По результатам щорічного дослідження аналітиками компанії IFORS було визначено, що на 2021 рік припадає суттєве зростання інвестицій в інновації. Порівняно з результатами за минулий рік рівень використання технологій збільшився більш ніж на 24%. На це вплинуло одразу кілька факторів: прагнення сільгоспвиробників до підвищення продуктивності, зростання конкуренції на внутрішньому та зовнішніх ринках, пандемія COVID-19, а також підвищення рівня цифровізації. Насамперед, це сильно вплинуло на розвиток точного землеробства. Воно є сукупністю технологій, технічних засобів і систем прийняття рішень, спрямованих на управління параметрами родючості, що впливають на зростання рослин. Важливість точного землеробства полягає в особливій «місії»: воно допомагає вирішувати найзлободеннішу проблему – непередбачуваність [12].

Сільське господарство - одна з неоднозначних галузей для побудови стабільного бізнесу, адже тут завжди дуже складно передбачати результат подій заздалегідь. Виділяється одразу кілька факторів, які можуть дестабілізувати агробізнес: погодні умови (посуха, морози, дощі), волатильні ціни на світовому ринку, регулювання цін державою. Точне землеробство допомагає вирішувати деякі проблеми наперед. Наприклад, за допомогою його систем можна робити прогноз погоди, продумувати процес захисту рослин і навіть розраховувати найкращий час посіву. Як показало дослідження Індексу, у 2021 році аграрії вважають найбільш важливим використання наступних засобів виробництва та технологій, які здатні збільшити врожайність: добрива та засоби захисту (73%), підвищення керованості виробничими процесами у господарстві (65%), використання спеціально обробленого насіння (60) %). При цьому показник такого фактора, як підвищення керованості виробничими процесами в господарстві за останні два роки збільшився на 25 п.п. Згідно цих даних простежується чітка тенденція щодо використання не тільки традиційних методів підтримання врожайності, але і до використання

інноваційних методів, а їх об'єднання дає сильний поштовх до вдосконалення галузі [12].

1.3 CLAAS: П'ять інновацій, що сформують сільське господарство майбутнього:

Щороку концерн CLAAS публікує свій прогноз та бачення того, як розвиватиметься сільськогосподарська галузь і, відповідно, зміняться вимоги до машинобудівників. Нові сорти культур у рослинництві, удосконалення технологій вирощування, підвищення врожайності призвели до зростання продуктивності сільгосптехніки. Сучасні комбайни вже здатні ефективно працювати на полях з урожайністю пшениці, що досягає 80-100 ц/га. Крім того, універсальні жниварки і сама конструкція комбайна, поява нових систем обмолоту (як цього року на LEXION - APS SYNLOW WALKER) дозволяють машинам проявити себе в різних, навіть посушливих умовах і на будь-яких культурах [13].

За підсумками 2019 року експерти компанії виділили п'ять найбільш перспективних напрямів, які найближчими 10-20 роками зможуть кардинально змінити сільськогосподарське виробництво.

Сільське господарство у всьому світі споживає до 70% прісної води, а глобальне потепління одночасно зменшує її запаси та збільшує періоди посухи. Це робить більш популярними сорти рослин, здатні давати високі врожаї навіть у посушливих умовах. Результативними у цьому напрямі виявилися, наприклад, дослідження американських учених, які шляхом редагування геному підвищили вироблення білка ARGOS8 у кукурудзі. У результаті рослина набуває здатності дозрівати і давати добрий урожай навіть в умовах нестачі води. На ринку цей сорт може з'явитися вже в найближчі 5-10 років [13].

Відповідно до досліджень Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), потенціал подальшого зростання врожайності у світовому агропромисловому комплексі становить близько 7–15%. Таких результатів можна досягти за рахунок оптимізації термінів посадки, розвитку систем поливу, виведення нових та правильно підібраних сортів рослин. Глобальні проблеми забезпечення населення землі продовольством вирішуються, насамперед, з допомогою постачання продукції рослинного походження. Тим часом близько 65% орних земель по всьому світу зайнято під тваринництво. У зв'язку з цим багато досліджень спрямовано розробку технологій виробництва продуктів із білками неживотного походження. У результаті людство може перейти в «епоху без м'яса» і, за оцінкою експертів, до 2040 року лише 40% м'ясних продуктів, що споживаються населенням землі, матимуть тваринне походження [14].

Вже сьогодні сільське господарство є однією з найбільших галузей промислового застосування дронів. У світі приблизно кожне 10-е агропідприємство використовує у своїй діяльності цю технологію. Дрони, зокрема, надають дані аналізу ґрунтів, фіксують показники щільності сходів,

визначають площу загиблих культур і допомагають вирішувати безліч інших завдань, пов'язаних з моніторингом та картуванням площ, що обробляються. Прогнозується, що у 2021 році у всьому світі працюватиме вже не менше 29 млн. дронів. Розвиток цієї технології дозволить ще більше розширити сфери їх застосування у сільському господарстві, навіть до високоефективного обприскування і зрошення [15].

До 2050 року населення Землі збільшиться до 10 млрд. осіб, при цьому 70% з них житимуть у містах, що зробить ще більш актуальною проблему забезпеченості городян сільгосппродукцією. У Нью-Йорку реалізовано унікальний проект вирощування овочів на даху будівлі. Використання спеціального легкого ґрунту та технологій рециркуляції дозволяє на 95% скоротити споживання води порівняно з традиційним сіль господарським оборотом. Крім забезпеченості городян свіжими овочами, подібні технології дозволять ефективно вирішувати інші проблеми. В останні роки впровадження інноваційних технологій у сільському господарстві призвело до коригування способів, якими фермери обробляють посіви та обробляють поля [16]. Не треба бути експертом, щоб побачити, як технологія змінила уявлення про сільське господарство, зробивши його більш прибутковим, ефективним, безпечним та простим.

Масово почали впроваджуватися в агропромисловий комплекс досягнення біотехнології, новітні засоби переробки сільгосппродукції, оптимізовані логістичні схеми, сучасні методи менеджменту в управлінні сільгосппідприємством. Цифрові інноваційні технології створюють достовірну та доступну аналітику стану полів, угідь для масового користувача в особі фермера, автотрейдера, страховика, професійного оцінювача, представника фіскальних структур тощо.

Впроваджені інноваційні технології призвели до коригування прийомів обробки посівів та полів, гарантуючи ефективність, безпеку та належну прибутковість колективного сільгоспвиробника та індивідуального фермера. Перехід до цифрової економіки в сільському господарстві задіяв такі відомі інформаційні технології, адаптовані до вітчизняних особливостей функціонування агропромислового комплексу, як ГІС-технології, GPS-сільське господарство, супутникова зйомка, аерофотознімки за допомогою дронів, обробка та аналіз Big Data, дослідження масивів онлайн-даних. Досягнуті переваги використання цифрових технологій стосуються зниження споживання води, витрат поживних речовин та добрив, зменшення шкідливого тиску та негативних наслідків на екологію та навколишнє середовище за рахунок зниження стоку хімікалій та продуктів життєдіяльності в системі тваринництва у місцеві ґрунтові води та у відкриті водойми.

У зв'язку з тим, що якість сільгоспугідь залежить від їхнього розташування, ГІС-технологія, наприклад, стає виключно корисним прикладним інструментом з погляду точного сільського господарства. Використовуючи геоінформаційні технології, розроблені спеціально для потреб агропромислового комплексу, фермери отримують численні набори даних та найважливіші відомості про

поточні та прогнозовані зміни опадів, температури, врожайності, здоров'я рослин та багато ін. Наприклад, аналіз погодних даних включає такі опції, як вимерзання рослин за класом озимих культур; оцінка ризиків заморозків (з температурою нижче –6°C) та збитків за групою ранніх культур; оцінка ризиків посухи (з температурою +30 ° C) та шкоди від теплового стресу. Настольні та мобільні додатки Scouting IT-технології GPS спільно з авторитетним пакетом прикладних програм штучного інтелекту дозволяють раціоналізувати схеми внесення добрив та пестицидів з урахуванням адресної обробки певних ділянок полів відповідно до їх цифрових карт, а не всієї їх площі [17] . Це істотно впливає на розмір фактично понесених витрат у складі повної собівартості кінцевої сільськогосподарської продукції АПК.

Впровадження інноваційних технологій у вітчизняний АПК торкнулося складного процесу прогнозування врожайності та супутникового моніторингу полів у реальному часі з вирішенням завдань виявлення різноманітних ризиків та загроз, що дозволяє своєчасно зрозуміти їх, знизити, а в окремих випадках фінансово-економічно хеджувати. Результативність точного сільського господарства безпосередньо стосується оптимізації понесених витрат, удосконалення менеджменту, підвищення врожайності культур, продуктивності в інших підгалузях і, відповідно, зростання продуктивності живої праці в АПК, а також зниження витрат на технічне обслуговування та в цілому підвищення рентабельності виробництва та продажів. Спеціальні датчики супутникового моніторингу сільгоспугідь можуть давати зображення в різних колірних спектрах, що уможливлює побудову різних спектральних індексів, що входять до міжнародних систем числення. Так, стандартизований індекс рослинних відмінностей (NDVI) здатний визначати склад рослинності, кількість зів'ялих рослин та їх загальний стан. Найкращим способом уникнути наслідків посухи є цифрова технологія краплинного зрошення з автоматизованим управлінням клапана подачі заданої порції води на посушливі ділянки [18].

Іншим аналітичним індексом, що вибудовується супутниковою технологією, є вимірювана характеристика рівня вмісту хлорофілу в рослинній масі (CCCI), що передбачає регламентно строгий порядок внесення поживних речовин у вигляді ґрунтового підживлення відповідної спеціальної рецептури. У набір нових композитних індексів входить також контрольний індикатор так званої «червоної зони» (red edge) вмісту азоту в ґрунтах (NDRE). Останньою розробкою західних фахівців став аналітичний індекс оцінки спроможності посівів з поправкою на якість ґрунтів, процесів активності поверхневої ерозії орних ґрунтів у реальному часі (MSAVI), що дозволяє мінімізувати негативні впливи ґрунтового фону на ранніх стадіях розвитку рослин [17].

Залучення дронів у сільському господарстві як джерела інформації для безпілотних інноваційних технологій дає фермерам можливість з високою точністю оцінювати натурально-речовий обсяг біомаси сільськогосподарських культур, поточну висоту рослин, присутність бур'янів та рівень водонасичення конкретної участі угідь. І ці відомості виявляються на порядок вищими з погляду ступеня розв'язання (менше 0,5÷1,5 м) і точності, ніж можуть уявити

супутникові технології. Окремою перевагою є оперативність отримання цінної інформації від дронів, експлуатація яких досить затратна, якщо останні задіяні на містах. Винятково ефективні безпілотні технології боротьби з нешестами активних комах-шкідників за допомогою профілактичного нанесення інсектициду на небезпечні ділянки тими самими дронами. Імовірність хімічного отруєння, пов'язана з прямим впливом токсичних речовин на організм людини, визначається фахівцями з безпеки як мінімальна. Спрощенню процедури спостереження за сільгоспугіддями сприяє цифрова платформа EOS (NDVI-0.82), розроблена американською компанією з Каліфорнії Crop Monitoring з міжнародною участю пов'язаних компаній і покликана своїм змістом прискорити прийняття надійних управлінських рішень відповідальними особами в частині обробки полів, внесення поживних речовин та добрив, вибору культур для сівби, часу збору врожаю та ін. [18].

2. Шляхи інноваційного розвитку аграрної сфери.

2.1 Передумови трансформації та тренди розвитку глобального АПК:

Фундаментальні науково-технічні зміни та відкриття, що відбулися за останні десятиліття, актуалізація глобальних проблем сучасності створили передумови для переходу АПК на новий етап розвитку. Спостережувані перетворення настільки стрімкі й масштабні, що у найближче десятиліття кардинально змінять вигляд і умови розвитку світового АПК, роль якого вже нині не обмежується простою функцією виробництва продовольства.

Парадигму розвитку глобального АПК у горизонті найближчого десятиліття визначатиме вплив наступних трендів:

Перехід на новий технологічний уклад: у майбутньому виробництво продовольства більше, ніж будь-коли, має залежати від технологій підвищення врожайності, продуктивності та запобігання втрат, але менше, ніж будь-коли, - від впливу зовнішніх кліматичних і біологічних факторів.

Зміни в ланцюжках створення вартості: додана вартість все більше концентруватиметься в наукомістких секторах (генетика та селекція, IT-сектор, промисловий дизайн та інжиніринг).

Зростання впливу великих компаній-інтеграторів, які беруть під контроль дедалі більші ділянки продовольчих систем. Подібні структури є локомотивами впровадження інноваційних технологій і формують глобальні ланцюжки створення доданої вартості.

Зміщення попиту від традиційної продовольчої сировини до продуктів, що відповідають ціннісним орієнтирам нових поколінь, які віддають перевагу вже готовій до вживання їжі, продуктам з покращеними та заздалегідь заданими властивостями, і надають все більшого значення не тільки їхній «користі та безпеці», але і походженням, технологіям та етичності виробництва.

Посилення ролі факторів «стійкості» та забезпечення безпеки продукції: збільшення числа та посилення відповідних стандартів та систем сертифікації,

які в перспективі можуть стати інструментом регулювання міжнародної торгівлі, обмежуючи обіг продукції, що не відповідає новим вимогам.

Перехід до економіки знань: процес цифрової трансформації та зростаюча роботизація кардинально змінюватимуть структуру зайнятості: з одного боку, знижуючи залежність від низькокваліфікованої робочої сили і ставлячи під питання актуальність окремих професій, з іншого - пред'являючи все більш високі та швидко мінливі вимоги до ключових компетенцій. Це вимагає формування нової моделі освіти, орієнтованої на швидку адаптацію нових умов. Сьогодні світ виробляє достатньо продовольства, щоб прогодувати всіх людей на планеті, хоч і не всі мають доступ до нього однаковою мірою. У світі завтрашнього дня наявність достатньої кількості їжі не є очевидною. Порівняно з 2012 р. попит на продовольство, воду та енергію, за оцінкою NIC [19], до 2030 р. зросте на 35, 40 і 50% відповідно внаслідок зростання світового населення та очікуваного збільшення доходів. Основними споживачами стануть країни Південної та Південно-Східної Азії, де буде спостерігатися стійке зростання попиту на ресурсомістке продовольство: свіжі фрукти та овочі, молочні продукти та високоцінний тваринний білок [20].

Зростання чисельності населення: згідно з оцінками ООН, в найближче десятиліття, до 2030 р., населення Землі досягне 8,5 млрд. і наблизиться до 10 млрд. у горизонті 2050 р. (проти 7,7 млрд. 2019 р.) [21].

Зростання купівельної спроможності: згідно з прогнозами World Data Lab, до 2030 р. чисельність світового середнього класу досягне 5,3 млрд. осіб - на 1,3 млрд. більше, ніж показник, очікуваний на кінець 2020 р. (близько 4 млрд. осіб). Більшість цього зростання припаде на країни Південної та Південно-Східної Азії: до 2030 р. їхня частка у загальносвітовій чисельності середнього класу становитиме близько 65% [22].

Вичерпання ефекту «зеленої революції» (Третя аграрна революція (друга половина XX ст.), в основі якої лежить використання нових високоврожайних сортів, агрохімікатів, іригації та механізації): впровадження методів інтенсивного сільського господарства у світі дозволило втричі підвищити врожайність зернових культур по відношенню до показників 60-х років XX ст. Проте останніми роками темпи зростання мають тенденцію до уповільнення. Згідно з оцінками World Bank [23], основні вигоди від інтенсивного використання досягнень «зеленої революції» щодо ключових культур у світі вже отримані, виняток становить лише Африка, де їх впровадження пов'язане з об'єктивними складнощами.

Деградація екосистем під впливом сільського господарства: масштабна інтенсифікація сільськогосподарського виробництва стала причиною скорочення ресурсного потенціалу подальшого розвитку внаслідок агрохімічних забруднень та ерозії ґрунтів. Згідно з даними FAO [24], близько 25% світових сільськогосподарських угідь вже станом на 2011 р. оцінювалися як сильно деградовані, а ще 46% - як помірно або слабо деградовані. Крім того, інтенсифікація спричинила ряд інших проблем, пов'язаних зі скороченням природного біорізноманіття, виснаженням підземних водоносних шарів,

поширенням форм шкідників і патогенів, не чутливих до застосування сучасних пестицидів (як у частині сільського господарства, так і в комунально-побутовому секторі).

Зниження агрокліматичного потенціалу: згідно з доповіддю IPCC (Міжнародної групи експертів зі зміни клімату, SR15 [25]), у найбільш кращому сценарії середня температура кліматичної системи Землі збільшиться на 1,5 °С порівняно з доіндустріальними рівнями між 2030 та 2052 роками.

Процес потепління запускає каскад ефектів, наслідком яких стане:

• Зниження площ, придатних для сільськогосподарської діяльності земель, внаслідок затоплення, опустелювання та засолення; скорочення резервів прісної води та її дефіцит для зрошуваних територій. Ще одним фактором скорочення фактичної площі сільгоспугідь є зростаюча урбанізація - зростаючі міські агломерації починають конкурувати з аграрним сектором за земельні та водні ресурси.

• Зростання ризиків зниження врожайності та зниження якості (за вмістом білка, мікроелементів та вітамінів) у рослинництві внаслідок збільшення частоти метеорологічних екстремумів: посух, повеней, різких коливань температур та збільшення концентрації $C0_2$ в атмосфері.

• Поширення шкідників і хвороб рослин та тварин далеко за межі природних ареалів проживання (посилення ризиків епізоотичних та епіфітотичних ситуацій). Зазначимо, що низка досліджень, які вивчають вплив глобального потепління на аграрний сектор, пропонують різні сценарії, що варіюються від катастрофічних до помірно песимістичних.

Зростання загроз поширення небезпечних інфекційних захворювань: даний фактор здатний не тільки завдавати значної шкоди окремим галузям сільського господарства (як у випадку з АЧС), але і поширюватися від тварин на людські популяції (зоонозні інфекції). Прикладами останніх стали спалахи захворювань, спричинених вірусами грипу (так званий пташиний та свинячий грип), а також пандемія, спричинена COVID-2019. Окремий рід загроз можуть становити спроби використання збудників небезпечних захворювань у терористичних цілях, спрямованих як на поразку населення, і підрив сільськогосподарського благополуччя. Особливе значення має збільшення доступності CRISP-подібних технологій, наслідки зловмисного використання яких неможливо переоцінити [26].

Крім того, широке поширення інтенсивних сільськогосподарських практик, що передбачають активне застосування агрохімікатів і антибіотиків, оцінюється експертами як причина цілого ряду проблем у охороні здоров'я: отруєння пестицидами, згідно з оцінками ООН [27], є безпосередньою причиною 200 тис. смертей у світі щорічно, без урахування їхньої ролі у розвитку супутніх захворювань; проблему резистентності до антибіотиків ВООЗ виділяє як один із ключових викликів, що ставить під загрозу всі досягнення сучасної медицини і вимагає впровадження найжорсткіших заходів.

Проблема продовольчих відходів: екологічна загроза та показник неефективності існуючої системи виробництва та розподілу продовольства. За

оцінками FAO [28], частка втрат і відходів становить близько 30% для зернових культур, 40-50% - для коренеплодів, 30% - для риби і 20% - для олійних та м'яса. Від 33 до 50% всіх продуктів, вироблених у світі, не були вжиті в їжу, а загальна вартість втрат оцінюється майже в 1 трлн. дол. Між тим у виробництві незатребуваного продовольства було задіяно близько 28% світової площі сільськогосподарських угідь, або 1,4 млрд. га (що перевищує площу території всіх найбільших країн), проте за обсягом витраченої прісної води перевищує рівень споживання будь-якої з найбільших країн світу [29].

За даними FAO [28], близько 54% втрат відбувається на етапі виробництва, збору та зберігання сільськогосподарської продукції, а 46% - на етапах переробки, розподілу та споживання продовольства. При цьому основні втрати в розвинених країнах пов'язані з проблемою «викинутої їжі», а в тих, що розвиваються, - з втратами на стадії виробництва. Інтеграція продовольчого та енергетичного сектора - активна політика переходу від примітивних джерел сировини до використання біомаси, що проводиться рядом країн (США, Бразилія, Китай, країни Євросоюзу та деякі інші), крім досягнення певних переваг у вигляді незначного покращення екологічних показників та скорочення залежності від зовнішніх поставок енергоресурсів. Недосконалість технологій викликало також і низку гострих проблем: посилення конкуренції за користування земельними та водними ресурсами, стимулювання зростання цін на продовольство та деградацію значних територій у зв'язку з вирубуванням тропічних лісів та неконтрольованим застосуванням агро- хімікатів. Створення та впровадження більш досконалих технологій 2-го і вищих поколінь стає одним з найважливіших викликів найближчого десятиліття. У перспективі на 10-20 років розвиток глобального АПК диктуватиметься зростанням загроз дефіциту ресурсів для забезпечення зростаючих потреб на тлі кризи сформованих моделей продовольчих систем і посилення проблем забезпечення біобезпеки. Виробництво продовольства в майбутньому більше, ніж будь-коли, повинне залежати від технологій підвищення врожайності, продуктивності та запобігання втрат, але менше, ніж будь-коли, від впливу зовнішніх кліматичних та біологічних факторів.

2.2 Інформаційні технології та ІТ-інфраструктура:

Робототехніка: у широкому розумінні застосування роботів і дронів не можна назвати новою технологією. Однак на тлі розвитку суміжних областей, що забезпечують значне покращення здібностей штучного інтелекту, підвищення продуктивності та зниження вартості сенсорів, електричних двигунів та інших рішень, роль та потенційний ефект від впровадження «розумних» роботизованих систем у найближчі десятиліття різко зросте.

У 2009 р. на Землі працювало близько 10 млн. роботів, а в 2011 р. – понад 18 млн. одиниць. Очікується, що до 2025 р. кількість робіт перевищить чисельність населення розвинених країн і складе близько 1,5 млрд. одиниць. У горизонті 2030-2035 років роботів на Землі стане більше, ніж людей [30].

Розвиток технічного прогресу породить дві найважливіші тенденції: людська праця, з одного боку, буде замінена інтелектуальними машинами, з іншого боку, управління роботизованими системами буде все більш складним для людей. Ймовірно, вже в недалекому майбутньому необхідні компетенції фермера повинні включати все більше технічних і біологічних знань і менше саме сільськогосподарських навичок.

Біотехнології: у широкому сенсі припускають використання живих організмів, їх систем чи продуктів життєдіяльності для вирішення різноманітних завдань (у тому числі з метою створення живих організмів із заданими властивостями). Тривалість створення нового сорту рослини методами класичної селекції може становити до 15 років, при цьому існує високий рівень ризиків невдалого перенесення потрібної ознаки або закріплення небажаного. Технології прискореної селекції дозволяють не менше ніж на третину скоротити термін створення нового сорту, а також надійно забезпечити необхідні господарсько-цінні ознаки.

Нанотехнології: технології маніпулювання матерією на атомарному, молекулярному та супрамолекулярному рівні. В даний час знаходять все ширше застосування в медицині, електроніці, створенні нових матеріалів та енергетиці і визнані Європейською комісією як одна з шести «ключових стимулюючих технологій» (KET) [31] забезпечення конкурентоспроможності та економічного зростання. Незважаючи на суттєве відставання АПК у розробці нанотехнологічних рішень від провідних галузей, їх впровадження може стати потужним імпульсом у розвитку практично всіх областей сільського господарства, переробної промисловості та забезпечити значний прогрес у вирішенні проблем ефективного використання ресурсів, підвищення ня продуктивності та деяких інших.

Нанобіосенсори (NBS): швидкі, прості у використанні та дешеві рішення, здатні з високою чутливістю та специфічністю виявляти різні сполуки. Що стосується АПК розробки у цій галузі нині зосереджені на детекції органічних і неорганічних забруднювачів (пестицидів, мікотоксинів, патогенних мікроорганізмів та інших.), і навіть моніторингу свіжості продовольчої продукції. Технології NBS дозволяють відстежувати потреби конкретної рослини в зрошенні, мікро- і макроелементів та інших ресурсах (наносенсори розміщуються на листі і передають інформацію через мережу розташованих у безпосередній близькості ресиверів), дозволяючи приймати точні та своєчасні рішення, знизити витрати та поліпшити якість продукції. Розвитком такої технології займається компанія Plantea.

Нанотранспорти (системи доставки активних речовин): піонером у галузі розробки та впровадження подібних систем є біофармацевтика, а їх широке поширення сприяло здешевленню технологій. Перспективними напрямами використання нанотранспортів в АПК є створення нових форм кормових і харчових функціональних добавок, засобів захисту рослин, ветеринарних препаратів, добрив, деякі приклади яких вже представлені на ринку.

Нанобіоніка: експериментальний напрямок модифікації, що дозволяє

створювати рослини, що швидко ростуть, проектувати штучні фотосинтетичні системи [32], надавати їм нових функцій, не передбачених природою. В даний час можна навести приклад двох напрямків робіт: (1) підвищення ефективності фотосинтезу (процесу внутрішньоклітинного перетворення енергії сонячного світла на органічні речовини) [33]; (2) створення рослин з новими функціями (наприклад, рослин-детекторів [34] та рослин - джерел освітлення [35]).

Цілком ймовірно, що в майбутньому впровадження нанотехнологій дозволить вибудувати досконалу модель точного землеробства, орієнтовану на особливості ділянок поля, забезпечення оптимальних умов для окремих рослин.

Якщо говорити про аграріїв, які дотримуються принципів точного землеробства у 2021 році, то їхня кількість збільшується. Більшість застосовують технології управління та контролю роботи техніки. При цьому варто зазначити, що лише 5% аграріїв регулярно використовують супутники та дрони (табл. 3). Сьогодні пріоритет віддається різним електронним системам, які дозволяють контролювати техніку та врожай. До найбільш популярних належать системи з управління підприємством (збір та аналіз даних), супутники та дрони для моніторингу, метеостанції та спеціальні системи автоматизації для техніки. Але є й унікальні сільськогосподарські продукти, які поєднують одразу кілька аспектів [36].

Робота таких платформ спрямована на підтримку багатьох функцій, пов'язаних із точним землеробством. Наприклад, вони можуть об'єднувати карту скаутингу, роботу зовнішніх консультантів, прогноз стадій зростання, аналіз врожайності та погодних тривог, аналіз продуктивності полів, прогноз захворювань, стадії росту рослин та багато іншого. Такі цифрові інструменти допомагають аграріям контролювати посіви та використовувати елементи точного землеробства на одній єдиній платформі. Однак бувають і інші випадки, коли аграрії застосовують поодинокі види технологій, тоді вони вибирають спеціальну техніку та гаджети, виходячи із власних цілей.

Процес впровадження технологій завжди був і залишається складним. Але саме такий симбіоз інновацій, знань та умінь забезпечує набагато більший економічний ефект і, найголовніше, дозволяє підвищити ґрунтову родючість та рівень екологічної чистоти сільськогосподарської продукції. Застосування технологій дозволяє зробити будь-який процес більш швидким, зручним та якісним. Завдяки використанню різних інноваційних платформ у сільському господарстві спостерігається не лише зростання кількості продукції, а й покращення її якості. Тому точне землеробство стає невід'ємним механізмом у розвиток сільськогосподарської галузі, і численні дослідження неодноразово доводять це.

Таблиця 3. Структура зростання АПК 4.0 у світі (2018 і 2025 роки)[32]

Сегмент	**Млрд. долл.**		**CAGR**	**Приріст**
	2018	**2025**		
Продукція АПК	**1078**	**1588**	**5,7%**	**+509,3**
Продовольча	905	1336	**5,7%**	+430,4
в т.ч. здорове та лікувальне харчування	894,4	1 313,7	**5,6%**	+419,2
в т.ч. органіка	140,0	380,0	15,3%	+240,0
в т.ч. інші види	10,8	22,0	10,7%	+ 11,2
Непродовольча (біорефайнінг)	173	252	**5,5%**	+78,9
в т.ч. біотопливо	166,0	233,6	**5,0%**	+67,6
в т.ч. інші види	7,2	18,5	14,5%	+ 11,3
Технології та засоби виробництва	**244**	**473**	**9,9%**	**+2293**
в т.ч. агробіотехнології	35,4	63,7	**8,8%**	+28,3
в т.ч. робототехніка	7,5	87,9	42,1%	+80,4
в т.ч. точне землеробство	4,3	13,4	17,7%	+9,1
в т.ч. закрите землеробство	26,0	53,1	10,7%	+27,1
в т.ч. обладнання харчових виробництв	135,0	196,6	**5,5%**	+61,6
в т.ч. технології безпеки та простежуваності	34,1	53,9	**6,8%**	+ 19,8
в т.ч. другие виды	1,5	4,5	17,2%	+3,0
Маркетингові технології	**85**	**165**	**10,0%**	**+80,4**
Управління харчовими відходами	**33**	**46**	5,0%	**+13,4**
Разом	**1439**	**2 272**	6,7%	**+832,4**

Парадигму розвитку глобального АПК у горизонті найближчого десятиліття визначатиме вплив наступних трендів:

- Перехід на новий технологічний уклад, який конвергентно поєднує нано-, біо-, інформаційні та когнітивні технології, який викличе кардинальні зрушення в розстановці пріоритетних факторів виробництва та забезпечення конкурентоспроможності, дедалі більше форсуючи технології підвищення продуктивності та безпеки, та усуваючи залежність від природних агрокліматичних та біологічних факторів. Посилення ролі факторів «стійкості» та забезпечення безпеки продукції, виражене у збільшенні числа та посиленні відповідних стандартів та систем сертифікації, які в перспективі можуть стати важливим додатковим інструментом регулювання міжнародної торгівлі, запроваджуючи обмеження на обіг продукції, що не відповідає новим встановленим екологічним або етичним вимогам.
- Перехід до економіки знань: процес цифрової трансформації та зростаюча роботизація АПК кардинальним чином змінюватимуть структуру зайнятості: з одного боку, знижуючи залежність від низькокваліфікованої робочої сили і ставлячи під питання актуальність окремих професій, з іншого - пред'являючи дедалі більше високі вимоги до ключових компетенцій, що швидко змінюються. Це вимагає формування нової моделі освіти, орієнтованої на швидку адаптацію нових умов.

2.3 Сучасні інноваційні технології, що використовуються в сільському господарстві зарубіжних країн:

У світовій практиці існує велика кількість інноваційних розробок, які можна використати і в Україні. Розглянемо кілька інноваційних проектів, які вже впроваджуються у сільське виробництво зарубіжних країн [14,37].

Програмне забезпечення AgCode – ця програма була створена компанією Glenwood (штат Міннесота, США) та призначена для господарств, які займаються вирощуванням винограду [19]. Програма є свого роду інструментом управління та спостереження та має наступний функціонал: зберігання та передача даних про виноградники в єдиній базі; відстеження погоди та природних умов, ступеня зрілості винограду, його врожайність та зарплати кожного працівника, що має відношення до обробітку. Така програма дозволяє швидко і чітко приймати людині необхідні рішення в залежності від даних, що подаються. Сьогодні цим програмним забезпеченням користуються деякі найкращі винороби світу.

Система Sample6 – система, розроблена компанією PerkinElmer (США). Ця система є найшвидшою системою у світі з пошуку патогенних речовин у рослинах. З моменту влучення в систему речовина виявляється через 6 годин. Система Sample6 є повністю автоматизованою – оператору необхідно лише натиснути на кнопку, процес пробопідготовки відбувається без участі людини. Безпосередньо прилад має порівняно невеликі розміри – 81х94х45 см та вага не більше 100 кг. Також прилад є економічним з погляду енергоспоживання – не більше 1 кВт електроенергії.

BrightFarms – спочатку проект передбачав створення в умовах міста теплиць для вирощування продуктів. На сьогоднішній день BrightFarms – це велика компанія (Ірвінгтон, Нью-Йорк, США), яка має мережу теплиць у різних куточках світу. Компанія вирощує та постачає до місцевих продуктових магазинів зелень без ГМО та без пестицидів. Вся зелень протягом доби після збирання доставляється до найближчих торгових точок. Основною відмінністю цього проекту є те, що продукція вирощується в керованих комп'ютером гідропонних теплицях. Теплиці мають мінімальний вплив на навколишнє середовище, є екологічними та безпечними.

Система інтелектуального поливу CropX – інноваційна система, розроблена в Ізраїлі. Ключовою особливістю системи є економія води та електроенергії. Система полягає в тому, що вся земельна ділянка спочатку ділиться на окремі зони зрошення за такими характеристиками, як тип ґрунту, вологість та рельєф. Потім на кожній із виділених зон встановлюються бездротові датчики, які аналізують ґрунт і розраховують необхідну кількість води на даний момент. Таким чином, фермерам не доведеться думати про те, скільки води необхідно подати на ту чи іншу ділянку. Це дозволить виростити якіснішу продукцію, мінімізувати втрату врожаю та зменшити витрати енергоресурсів.

FarmLead - це торговий майданчик, призначений для продажу зернових культур в онлайн-режимі. Такий майданчик дозволяє виходити місцевим

виробникам за межі локального ринку та працювати на світовому ринку. Платформа працює у режимі 24/7. Продажі проводяться у формі торгів, які виграє найкращий їхній учасник. Більше того, інформація про продавців та покупців анонімна, що дозволяє вести конфіденційні переговори. Реєстрація на такому порталі безкоштовна для обох сторін торгів. На даний момент для майданчика розроблено мобільний додаток на системі Android та IOS.

Agrilyst – це свого роду віртуальний агроном, який збирає всю інформацію про ферму, у тому числі про рослини, тварини, земельну ділянку тощо. Спеціальні датчики, розташовані на ділянці, збирають усі необхідні дані, обробляючи та збираючи їх у наочну та зручну для розуміння людині інформацію. Так, фермер може на екрані планшета або смартфона побачити графіки, звіти та таблиці щодо продуктивності підприємства, спостерігати за виробничим процесом віддалено, керувати процесом роботи та стежити за дотриманням вимог та нормативів в одному місці. Достатньо просто мати пристрій та встановлене програмне забезпечення Agrilyst.

Clear Labs - це компанія (Каліфорнія, США), яка займається дослідженнями геноміки. По суті, компанія створює базу даних про постачання продовольства всього світу, вивчаючи продукти харчування на молекулярному рівні. Компанія проводить високопродуктивні тести секвенування ДНК, щоб визначити, чи містять зразки харчових продуктів генетичні матеріали конкретних патогенів. Отримані в ході досліджень дані надаються представникам роздрібної торгівлі з метою обрати найкращого виробника продукції.

Spensa Technologies – на сьогоднішній день це приватна компанія (Індіана, США), яка виготовляє автоматизовані пастки сільськогосподарських шкідників. Цей електронний пристрій виявляє в полі шкідників, ідентифікує їх та відловлює. Інформація, зібрана за допомогою такого пристрою, передається у програму на мобільний пристрій. Користувач отримує щоденну звітність про кількість та види шкідників, які були відловлені електронною пасткою.

Granular – ще одна програма, що дозволяє управляти трудовими ресурсами, контролювати доходи та витрати, прогнозувати прибуток. Програма має три основні профілі: Granular Agronomy, Granular Business і Granular Insight. Перший профіль орієнтовано на врожай. За допомогою супутників програма аналізує земельну ділянку з урожаєм, дає поради щодо управління родючістю залежно від заданих параметрів (тип ґрунту, наявний бюджет тощо). Другий профіль є основним і дозволяє налагодити роботу покадрово. У режимі реального часу програма збирає дані про прибутковість та врожайність, дозволяє автоматизовано керувати завданнями працівників. Третій профіль спрямований на відстеження стану полів у режимі реального часу (за допомогою супутникових знімків). На пошту або безпосередньо на додаток користувачу надсилається інформація про стан полів, вказуються ті, на які варто звернути особливу увагу. Все це зібрано у єдине програмне забезпечення. Для роботи потрібний лише інтернет.

Підсумовуючи, слід зазначити, що інноваційні технології просунулися далеко вперед за короткий проміжок часу. Технології здебільшого спрямовані

на зменшення трудовитрат людей і збільшення енергоефективності. Людині досить просто «натиснути на кнопку», щоб запустити той чи інший процес, або просто подивитися на екран смартфона, щоб дізнатися всю необхідну інформацію про свій врожай. Деякі з перерахованих технологій також використовуються і на території нашої країни, проте існуючі проблеми ускладнюють їхнє швидке впровадження.

2.4 Роль ФАО у сільськогосподарських інноваціях:

Виробництво продовольства залежить від наявності, доступності та якості насіння. Незважаючи на те, що вплив пов'язаної з COVID-19 кризи на насінницькі системи не відразу став очевидним, він може виявитися довготривалим, тому надзвичайно важливо вжити своєчасних заходів щодо запобігання подальшому посиленню відсутності продовольчої безпеки. «Насіння відіграє фундаментальну роль у продовольчих системах, забезпечуючи продовольчу безпеку та підтримуючи джерела коштів для існування фермерів та інших людей», - зазначила Т. Сантиванес, фахівець ФАО із сільського господарства. «У деяких країнах системи насінництва більш уразливі, ніж в інших [38] .

На долю рослин припадає понад 80% споживаних людьми у їжу продуктів. У багатьох країнах, що розвиваються, фермери поки що не можуть скористатися перевагами від використання якісного насіння через поєднання низки факторів, включаючи низьку ефективність виробництва насіння, систем поширення та забезпечення якості насіння, а також через відсутність належних заходів політики в галузі насінництва та інших інструментів регулювання. Для вирішення цих проблем ФАО зібрала широке коло партнерів для проведення заходу: «Насінницькі системи під час COVID-19: проблеми та можливості для Європи та Центральної Азії» з метою зміцнення системи насінництва та сприяння покращенню зв'язків між зацікавленими сторонами [38].

Інновації в сільському господарстві торкаються всіх аспектів виробничого циклу і весь виробничо - збутовий ланцюжок - від вирощування сільськогосподарських культур, лісового та рибного господарства, тваринництва до управління фінальними продуктами та доступу до ринків. ФАО надає допомогу країнам-членам у розкритті потенціалу інновацій для стимулювання соціально-економічного зростання, забезпечення продовольчої та нутриційної безпеки, скорочення масштабів бідності та підвищення стійкості до зміни клімату, сприяючи тим самим досягненню Цілей у сфері сталого розвитку. Оскільки інноваційна діяльність є складним процесом, у якому уряди та інші ключові зацікавлені сторони відіграють різну роль, ФАО приділяє основну увагу загальносистемному підходу.

Наприклад, ФАО та її партнери працюють в якості експерименту у дев'яти країнах Африки, Азії та Центральної Америки для об'єднання зусиль міжнародних, національних та місцевих партнерів з метою розробки та

здійснення планів розвитку потенціалу в галузі сільськогосподарських інновацій. ФАО також надає підтримку урядам у розробці стратегій, що сприяють стійкій механізації сільського господарства, та співпрацює з малими підприємствами, кооперативами та місцевими організаціями з метою забезпечення доступу дрібних фермерів до механізованих послуг. Крім того, ФАО допомагає країнам використовувати можливості цифрових технологій для експериментального використання, прискорення та розширення масштабів інноваційних ідей, які мають високий потенціал впливу на продовольство та сільське господарство, перетворюючи цифрові рішення та послуги на глобальні суспільні блага.

ФАО також відіграє ключову роль у поширенні інформації та підвищенні обізнаності про важливість сільськогосподарських інновацій для сталого розвитку, підвищення продовольчої безпеки та сприяння розвитку сільських районів. У рамках цієї ролі ФАО організовує міжнародні симпозіуми щодо інновацій у сільському господарстві для сімейних фермерських господарств. У одному із таких симпозіумів взяли участь понад 540 учасників, у тому числі представники 92 країн-членів та інших ключових зацікавлених сторін у галузі сільськогосподарських інновацій. На симпозіумі було визнано важливу роль сімейних фермерських господарств у сільськогосподарських інноваціях.

ФАО використовують можливості цифрових технологій для застосування в експериментальному порядку, прискорення та масштабування інноваційних ідей з високим потенціалом впливу на продовольство та сільське господарство, перетворюючи цифрові рішення та послуги на глобальні суспільні блага. Метою є вивчення відповідального застосування та впровадження існуючих та передових технологій, розробка та розширення нових послуг, інструментів та підходів для розширення прав, та можливостей сільських домашніх господарств та стимулювання молодіжного підприємництва у галузі продовольства та сільського господарства.

3. Висновок

Підводячи підсумок, можна позначити такі перспективні вектори подальшого розвитку АПК:

Зміцнення власної фундаментальної бази зростання продуктивності технологій селекції та покращення генетичного потенціалу в комплексі з технологіями забезпечення найліпшої реалізації цього потенціалу (кормові добавки, добрива, засоби захисту рослин та забезпечення здоров'я тварин та інші, що утворюють так звані пакетні рішення). Цей напрямок не повинен бути сфокусований виключно на конвенційних сегментах сільського господарства, але також передбачає можливість підтримки нових перспективних секторів.

Впровадження цифрових технологій та крос-платформних рішень в АПК, у тому числі «розумних» роботизованих систем, що необхідно для скорочення відставання від провідних країн за продуктивністю праці, підвищення врожайності/продуктивності та зниження продовольчих втрат.

Диверсифікація виробленого асортименту продовольчих продуктів з пріоритетами високомаржинальних сегментів здорового, функціонального та персоналізованого харчування, продуктів глибокої переробки сільськогосподарської сировини, що характеризуються високими темпами зростання попиту на зовнішньому та внутрішньому ринку. Найважливіший акцент також має бути зроблено на підвищенні та забезпеченні стабільно високого рівня якості та безпеки - це найважливіша умова ефективного вбудовування вітчизняних продуктів у світові продовольчі ланцюжки.

Підтримка розвитку систем закритого землеробства, незалежного від зовнішніх агрокліматичних і біологічних факторів. Існуючі технології дозволяють виключити фактор сезонності та дають можливість отримання свіжої, безпечної та доступної високоцінної продукції (ягід, зелені, овочів) у будь-якій точці нашої країни, що особливо актуально не тільки у мегаполісах, а й у віддалених регіонах.

Розвиток сектора переробки відходів АПК: створені за останні 20 років у світі технології доводять можливість ефективної переробки відходів не тільки в енергоресурси (тепло- та електроенергію, моторні палива), а й багато інших продуктів з високою доданою вартістю, а також зробити їх конкурентоспроможними. Сучасні технології стерилізації, консервації та упаковки дозволяють забезпечити суттєво більш тривалі терміни збереження продуктів без зміни цінних поживних та фізичних властивостей продукту.

Таким чином, інновації у сільському господарстві відіграють дуже важливу роль. Мета впровадження інновацій полягає у виробництві конкурентоспроможної продукції. Нові технології дозволяють знижувати собівартість продукції, збільшувати інвестиційні вкладення і водночас сприяють підвищенню іміджу виробника. Інновації є основним чинником розвитку як сільськогосподарської сфери, а й усього агропромислового комплексу. Сільськогосподарські підприємства вводять у роботу такі нові розробки: виробництво гібридних сортів; використання нових засобів для обробітку ґрунту; інноваційні підходи до висіву насіння; автоматизація та механізація, застосування в роботі нового обладнання та машин; розробка сучасних препаратів для захисту рослин від шкідливих комах та захворювань; удосконалення технології зрошення та введення добрив. Використання інноваційної діяльності дає можливість вивести галузь сільського господарства на інший, вищий рівень розвитку.

У результаті продовольчий ринок починає отримувати екологічно чисту продукцію, яка затребувана як на вітчизняному, так і світовому ринках. Перспективні високі технології у сільському господарстві рухаються у майбутнє семимильними кроками. Вони пропонують суттєву допомогу фермерам у їх зусиллях щодо оптимізації витрат, спрощення управління сільським господарством та підвищення продуктивності. Підвищення врожайності та зниження витрат на технічне обслуговування допомагають підвищити рентабельність виробництва.

References:

1) Руденко М.В. Вплив цифрових технологій на аграрне виробництво: методичний аспект. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. Том 30 (69). № 6*, 2019. DOI: https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-6-28.
2) Лобас М.Г., Россоха В.В., Соколов Д.О. Управління інноваційно-технологічним розвитком агросфери. Київ : ННЦ ІАЕ, 2016. 416 с.
3) Стійка інтенсифікація рослинництва. FAO. URL: https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/sustainable-intensification-agriculture/
4) Руденко М.В. Управління підприємствами з урахуванням позицій зацікавлених сторін. *Наукові праці Кірово-градського національного технічного університету. Економічні науки.* 2016. Вип. 29. С. 103–109.
5) Украина: ФАО наращивает усилия по сохранению нового урожая и обеспечению экспорта важнейших зерновых культур. FAO/Viktoriia Mykhalchuk 05/07/2022. URL: http:// www.fao.org.
6) У рейтингу 10 найбільших світових експортерів пшениці Україна – шоста. URL: https://dzi.gov.ua/ press-centre/news/u-rejtyngu-10-najbilshyh-svitovyh-eksporteriv-pshenytsi-ukrayina-shosta
7) Світове виробництво соняшнику. URL: https://www.yara.ua/crop-nutrition/sunfower/sunfower-world-production/
8) Наслідки конфлікту між Україною і Росією для глобальної продовольчої безпеки і питання, які відносяться до Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО). Сто шестьдесят девятая сессия. 8 квітня 2022 року. URL: http:// www.fao.org.
9) Державна служба статистики України. URL: http:// www.ukrstat.gov.ua/
10) OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027 URL: :http://www.fao.org/publications/oecd-fao-agricultural-outlook/2018-2027/en/
11) Муха Р.А. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарської галузі України. Електронне фахове видання «Ефективна економіка». №8, 2019. URL: https://www.economy.nayka.com.ua. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.8.32
12) Аналітика та моделювання стабільного розвитку (SAM).IFORS.2022. URL: https://www. ifors.org
13) Інновації, що сформують сільське господарство майбутнього. CLAAS. URL: https://www. tmi-claas.com
14) Information and Communication Technology (ICT) in Agriculture: A Report to the G20 Agricultural Deputies. Rome : FAO, 2021. 57 p. URL: http:// www.fao.org.
15) Горобець Н. М., Чорна І. А. Використання безпілотних літальних апаратів в системі стратегічного управління аграрними підприємствами. *Напрями розвитку ринкової економіки: нові реалії та можливості в умовах інтеграційних процесів* : зб. матеріалів доп. учасн. Міжнар. наук.-практ.

конф., 30 листопада 2019 р. Ужгород : Вид. дім «Гельветика», 2019. С. 82-85.
16) Impacts of the digital economy on the food chain and the CAP / Research for AGRI Committee of EP. Policy Department for Structural and Cohesion Policies Directorate-General for Internal Policies. PE 629.192 – February 2019. URL: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629192/IPOL_ STU(2019)629192_EN.
17) Logsdon R. A., Kalcic M. M., Trybula E. M. et al. Ecosystem services and Indiana agriculture: farmers' and conservationists' perceptions. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11 (3), 2015. P. 264–282.
18) Megh R. Goyal [Ed.]. Sustainable micro irrigation. Apple Academic Press, 2015. 501 p.
19) Global Trends 2030: Alternative Worlds: A Publication of the National Intelligence Council. 2012 (December). NIC 2012-001. P. 31-38
20) Herren H.R., Wakhungu J., Watson R. T. Agriculture at a Crossroads. Synthesis Re port. IAASTD, 2009.
21) United Nations World Population Prospect 2019.
22) Kharas H. The Unprecedented Expansion of the Global Middle Class: An Update: Global Economy & Development Working Paper 100. 2017 (February). Brookings Institution, 14. UN World Population Prospects. P. 14.
23) World Development Report 2008: Agriculture for Development. Washington, DC: World Bank, 2007 <https://openknowledge.worldbank.org /handle/10986/5990>
24) The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOIAW) — Managing Systems at Risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. FAO, 2011. R 112.
25) Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°Cabove pre- industrial levels and related global greenhouse gas emissionpathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty / V. Masson-Delmotte et al. IPCC, 2018.
26) Clapper J.R. Worldwide Threat Assessment of the US Intelligence Community / U.S. Intelligence Community Worldwide Threat Assessment. 2011. February 10.
27) Report of the Special Rapporteur on the Right to Food (A/HRC/34/48). UN Human Rights Council, 2017.
28) Global Food Losses and Food Waste - Extent, Causes and Prevention. Rome: FAO, 2011.
29) Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources. Summary Report. FAO, 2013.
30) Staniford Stuart. Global Robot Population. Early Warning Blog, 2012 <http:// earlywarn.blogspot.com/2012/04/global-robot-population.html
31) Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions -A European Strategy for Key Enabling Technologies — A Bridge to Growth and Jobs. COM/2012/341 final.

32) Noji T. et al. Photosynthetic Oxygen Evolution in Mesoporous Silica Material: Adsorption of Photosystem II Reaction Center Complex into 23 nm Nanopores in SBA. Langmuir. 2011. Vol. 27 (2). P. 705-713. DOI: 10.1021/032916
33) Giraldo J. et al. Plant Nanobionics Approach to Augment Photosynthesis and Biochemical Sensing. *Nature Materials.* 2014. Vol. 13. P. 400-408. DOI: https://doi.org/10.1038/nmat3890
34) Wong M. et al. Nitroaromatic Detection and Infrared Communication from Wild- type Plants Using Plant Nanobionics. *Nature Materials.* 2017. Vol. 16. P. 264-272. DOI: https://doi.org/10.1038/nmat4771
35) Seon-Yeong K. et al. A Nanobionic Light Emitting Plant // Nano Letters. 2017. DOI:10.1021/acs.nanolett.7b04369
36) Горобець Н. М. Перспективи використання цифрових технологій в діяльності агарних підприємств. *Ефективна економіка. № 1,2021*. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.1.90 URL: https://www. economy.nayka.com.ua
37) Shestakov R.B., Yakovlev N.A., Zvereva G.P., Volchenkova A.S. Foresight of macro environment in agribusiness: dynamic relationships of food consumption and agricultural production (analysis of the relations between agricultural production and domestic consumption). *Modern Trends in Agricultural Production in the World Economy. 2020.* С. 102-109.
38) Забезпечити якісне насіння в той момент, коли воно найпотрібніше. 18 листопада 2020, Будапешт, Угорщина. Серії регіональних вебінарів ФАО. COVID-19 - FAO. URL: http:// www.fao.org.